

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-21407

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月23日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 7/20			G 0 6 F 15/70	4 1 0
H 0 4 N 7/18			H 0 4 N 7/18	D

審査請求 有 請求項の数 1 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-169507

(22) 出願日 平成8年(1996) 6月28日

(71) 出願人 390018256

財団法人大阪科学技術センター

大阪府大阪市西区靱本町1-8-4

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(71) 出願人 596094740

石川 正俊

千葉県柏市大室1571番地の32

(74) 代理人 弁理士 小谷 悦司 (外3名)

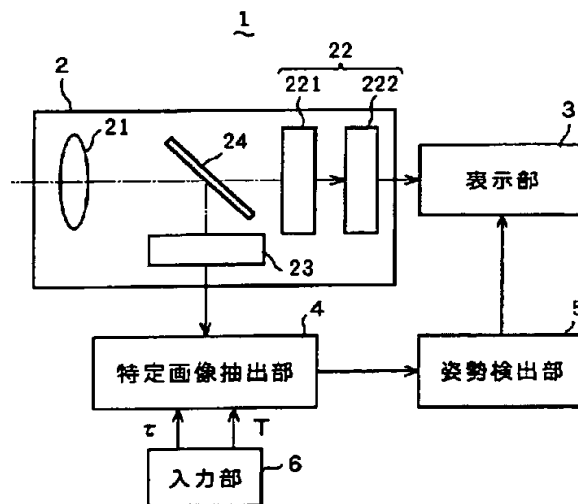
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動き検出装置

(57) 【要約】

【課題】 高速で動いている対象物の動きを迅速かつ正確に検出する。

【解決手段】 撮影レンズ21を透過した対象物の光像はビームスプリッタ24で第2の撮像素子23に導かれ、撮像面における光像が1画素分移動する時間よりも短いサンプリング時間でフレーム画像が取り込まれる。各フレーム画像毎に、特定画像抽出部4で対象物に指定された3個以上の特定部位の画像の空間的な位置が算出され、更にこの算出結果に基づき姿勢検出部5で対象物の動き(フレーム画像毎の空間的な位置及び向き)が検出される。表示部3には第1の撮像素子22で撮像された通常のビデオ画像が再生され、この画像に姿勢検出部5の検出結果が重畳して表示される。高速で動いている対象物が略1画素分移動する毎にフレーム画像を取り込み、フレーム画像毎に対象物の位置及び向きを検出することでその動きを高速で追跡できるようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対象物の撮像画像からその対象物の動きを検出する動き検出装置であって、複数の画素を二次元状に配列してなる撮像面を有し、この撮像面に投影された上記対象物の光像が 1 画素分移動する時間以下のサンプリング時間で上記対象物のフレーム画像が取込可能な撮像手段と、上記撮像手段で撮像された上記対象物の画像に含まれる少なくとも 3 個の特定部位の画像を指定する指定手段と、上記撮像手段で取り込まれたフレーム画像毎に上記特定部位の画像を抽出する画像抽出手段と、抽出された上記特定部位の画像の撮像画面内における位置を算出する第 1 の位置算出手段と、フレーム画像毎に撮像画面内の位置情報と上記撮像手段の位置情報とから各特定部位の空間的な位置を算出する第 2 の位置算出手段と、フレーム画像毎に上記複数の特定部位の空間的な位置情報に基づき上記対象物の位置及び向きを検出する姿勢検出手段とを備えたことを特徴とする動き検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、動いている対象物の撮像画像に基づきその対象物の動き（対象物の空間的な位置の変化）を検出する動き検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、撮像画像から対象物の向きを認識する方法が提案されている。例えば特開平 5-215531 号公報には、三次元計測装置により対象物の三次元形状データを取り込み、この三次元形状データを法線データに変換して対象物の向きを判別する物体識別方法が提案されている。

【0003】また、ビデオ監視システムにおいては、注視方向が変更可能なビデオカメラを備え、対象物の移動に応じてビデオカメラの注視方向（光軸方向）を変更し、その対象物を追跡するシステムが知られている。このビデオ監視システムにおいては、例えばパターンマッチング法によりフレーム画像間の相関値を演算し、その演算結果が最大となる方向に逐次、ビデオカメラの注視方向を変更して対象物の追跡が行われるようになっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記特開平 5-215531 号公報に示される物体識別方法やビデオ監視システムにおいては、撮像装置として通常のビデオカメラが利用されている。ビデオカメラは、1/30 秒毎にフレーム画像を取り込むようになっているので、このフレーム画像の取込周期（以下、フレームレートという。）より高速で画像処理を行うことはできない。

【0005】このため、高速で移動する対象物に対してはその対象物の動きを検出し、この検出結果をフィード

バックして制御システムを構成することは困難である。例えばゴルフのスイング、野球の投球、バッティング等の各種運動のフォームを解析する場合、対象物の移動速度は 100 km/h (= 28 m/s) を越え、この場合の撮像面における対象物の投影像の移動速度は 1 フレーム当たり 100 画素～数 100 画素分にもなる場合があるので、従来のビデオカメラによる撮像画像ではフレーム画像間の対象物の画像変化が大きく、フレーム画像間での対象物の動きを迅速かつ確実に検出することは困難である。

【0006】特に、上記特開平 5-215531 号公報に示される物体識別方法は、三次元形状データを法線データに変換して対象物の向きを検出しているの、各フレーム画像毎に対象物の向きを演算するだけで長時間を要し、フレーム画像間の対象物の向きから対象物の動きを迅速に検出することは困難である。また、パターンマッチング法によりフレーム画像間の相関値を演算する方法でもフレーム画像間の画像変化が大きくなるほど、相関演算のための演算量が増大するので、動き解析のための画像処理時間が長時間化する。

【0007】従って、高速で移動する対象物の動きを検出し、対象物の動きを追跡するシステムに従来の方法を適用することは極めて困難である。

【0008】本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、対象物が高速で移動している場合にも迅速かつ確実にその動きを検出することのできる動き検出装置を提供するものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、対象物の撮像画像からその対象物の動きを検出する動き検出装置であって、複数の画素を二次元状に配列してなる撮像面を有し、この撮像面に投影された上記対象物の光像が 1 画素分移動する時間以下のサンプリング時間で上記対象物のフレーム画像が取込可能な撮像手段と、上記撮像手段で撮像された上記対象物の画像に含まれる少なくとも 3 個の特定部位の画像を指定する指定手段と、上記撮像手段で取り込まれたフレーム画像毎に上記特定部位の画像を抽出する画像抽出手段と、抽出された上記特定部位の画像の撮像画面内における位置を算出する第 1 の位置算出手段と、フレーム画像毎に撮像画面内の位置情報と上記撮像手段の位置情報とから各特定部位の空間的な位置を算出する第 2 の位置算出手段と、各フレーム画像毎に上記複数の特定部位の空間的な位置情報に基づき上記対象物の位置及び向きを検出する姿勢検出手段とを備えたものである。

【0010】上記構成によれば、撮像手段により運動している対象物の動画が取り込まれる。この動画を構成する各フレーム画像は、撮像面に投影された対象物の光像が 1 画素分移動する時間と同一若しくはそれよりも短いサンプリング時間で取り込まれる。フレーム画像が取り

込まれる毎に、対象物の画像内に予め指定された対象物の向きを決定するための少なくとも3個の特定部位の画像が抽出され、その特定部位の撮像画面内における位置が算出される。更に、フレーム画像毎に各特定部位の撮影画面内の位置情報と撮像手段の位置情報とに基づきその特定部位の空間的な位置が算出され、少なくとも3個の特定部位の空間的な位置情報に基づき対象物の位置及び向きが検出される。

【0011】

【発明の実施の形態】図1は、本発明に係る動き検出装置のブロック図である。動き検出装置1は、少なくとも3箇所以上の特定の部位に識別マークが付された対象物を撮像する撮像部2、この撮像部2の第1の撮像素子22で撮像された画像をモニタ表示する表示部3、上記撮像部2の第2の撮像素子23で撮像された画像に基づきフレーム画像毎に識別マークが付された特定部位の画像を抽出する特定画像抽出部4、この特定画像抽出部4で抽出された各特定部位の撮像画面内における位置情報に基づき対象物の動き（各フレーム画像における空間的な位置及び向き）を検出する姿勢検出部5及び入力部6から構成されている。

【0012】撮像部2は、撮影レンズ21、第1、第2の撮像素子22、23及びビームスプリッタ24を備えている。第1の撮像素子22は、撮影レンズ21の光軸上の後方適所に配置され、ビームスプリッタ24は、光軸上の撮影レンズ21と第1の撮像素子22間の適所に配置されている。また、第2の撮像素子23は、ビームスプリッタ24の下方位置であって、ビームスプリッタ24からの距離がビームスプリッタ24と第1の撮像素子22との間の距離と同一となる位置に配置されている。

【0013】撮影レンズ21は、被写体の光像を第1の撮像素子22の撮像面に結像するものである。ビームスプリッタ24は、上記光像の一部を第2の撮像素子23に導くものである。ビームスプリッタ24は、反射面全体が半透過性のミラーで構成してもよく、部分的に一部光像が透過する（例えば反射面の周辺部は全反射し、中央部は一部透過する）ミラーで構成してよい。第2の撮像素子23はビームスプリッタ24に対する位置関係が第1の撮像素子22と同一に設定されているので、上記光像の一部は、第2の撮像素子23の撮像面に結像される。

【0014】第1の撮像素子22は、撮影対象物をモニタ表示するための撮像手段で、CCDエリアセンサ221とこのCCDエリアセンサ221の駆動を制御するCCDドライバ222とからなる通常のビデオカメラに使用される撮像素子で構成されている。CCDエリアセンサ222は、二次元状に配列された多数の光電変換素子（以下、画素という。）を有し、被写体の光像（以下、被写体像という。）を各画素で電気信号（蓄積電荷）に

光電変換して取り込む。CCDドライバ222は、1/30秒毎に所定時間だけCCDエリアセンサ221の電荷蓄積動作（撮像動作）を行わせ、その撮像画像（フレーム画像）を表示部3に出力する。表示部3では、入力された各フレーム画像が1/30秒毎に更新的に表示され、これにより被写体像が動画として再生される。

【0015】一方、第2の撮像素子23は、対象物に付された識別マークにより特定される特定部位を検出するための撮像手段で、フレーム画像を高速（例えばフレームレート $\tau=0.1\text{ms}$ ）で取り込むとともに、各フレーム画像を高速処理可能な並列ビジョンセンサで構成されている。なお、フレームレート τ は、撮影対象の移動速度に応じて操作者が入力部6より適当に設定し得ようになっている。

【0016】並列ビジョンセンサは、各光電変換素子と並列演算素子（PE：Processing Element）とを1対1に対応させ、画素データの並列演算及び高速処理が可能になされたセンサである（Proc. IEEE Int. Conf. on Intelligent Robotics and Systems, pp.373-377, 199

2）。並列ビジョンセンサは、その撮像面に $n \times m$ のマトリックス状に配列された複数の画素を有するとともに、各画素に対応して複数の並列演算素子を有し、各並列演算素子是对応する画素とそれに隣接する4個の画素に接続されている。

【0017】図2は、各画素に結合された並列演算素子のブロック構成の一例を示す図である。並列演算素子は、3個の演算用シフトレジスタ231a、231b、231c、ALU（Arithmetic and Logical Unit）232、乗算器233及び6個のMUX（Multiplexer）234a~234fから構成されている。ALU232は、AND、OR、EX-OR及び加減算等の演算が可能になっている。このように第2の撮像素子23は、並列ビジョンシステムで構成されているので、ビデオレート τ （約33ms）よりはるかに高速でフレーム画像を取り込み、所要の画像処理を実行することが可能になっている。

【0018】表示部3は、CRT、LCD等の画像表示装置からなり、第1の撮像素子22で撮像された画像や上記姿勢検出部5の検出結果を表示させるものである。

【0019】特定画像抽出部4は、第2の撮像素子23で撮像された対象物の画像からこの対象物に付された識別マークの画像をフレーム画像毎に抽出し、撮像画面内における位置座標を算出するとともに、この位置座標と撮像部2の対象物に対する相対的な撮像位置とから対象物の各特定部位の空間的な位置を算出するものである。ある二つの識別マークが撮像部2に対して正対しているとき、その識別マークの距離は最大であり、その距離が短くなれば、識別マークが付された特定部位はいずれかの方向に回転していることを示す。そして、その回転方向は撮像部2に取り込まれている他の識別マークの特定

部位との関係で判別することができる。更に、撮像部 2 を 2 つ設け、対象物を三角測距すれば、三次元的な位置関係は更に明瞭になる。

【0020】特定画像抽出部 4 は、セルフウィンドウ法により上記識別マークの画像を抽出し、その画像を構成する画素位置から撮像画面内の位置座標を算出する。また、図略の自動焦調節装置（AF 装置）により算出される対象物の識別マークが付された特定部位までの距離と上記位置座標とからその特定部位の空間的な位置を算出する。

【0021】識別マークは、対象物の移動に伴う当該対象物の特定部位の動きを検出するため、その特定部位に付されるものである。例えばテニスのストロークにおけるラケット、グリップ部位の動きを検出する場合、図 3（a）（b）に示すように、テニスプレイヤーの手のひら P1、手の甲 P2、上腕の内側 P3、上腕の外側 P4、ラケット R のグリップの先端部の表裏面 P5、P6 及びグリップエンド P7 等の複数箇所の部位に識別マーク M が添付される。識別マーク M は、例えば図 4 に示すように、丸印、三角印、星印、四角印等の形状を有し、かつ、添付される周囲（図 3 の例では、手やラケットの部分）に対してコントラストが明瞭となる、例えば鮮明な赤色等の識別力の高いマークである。各部位の識別マーク M は、全て同じマークでもよいし、個々に異なるマークでもよい。

【0022】フォアハンドストロークの動きをプレイヤーの斜め前から撮像すると、テイクバックの状態ではプレイヤーの腕は図 3（a）の状態となり、フォロースルーの状態では図 3（b）の状態となり、各識別マーク M の付されている特定部位の判別が問題となる。すなわち、一連の動きを特定部位を変えながら追跡し、その動きの位置と向きを算出している。識別マーク M を全て同じマークとした場合、各識別マーク M の付された特定部位を識別する必要があるが、動きを検出する前に各識別マーク M の相対的な位置関係を特定画像抽出部 4 に入力しておけば、追跡中に当初追跡していた識別マーク M が隠れ、隠れていた別の識別マーク M が現れても、この識別マーク M と隠れていない他の識別マーク M との相対

的な位置関係から、現われた別の識別マーク M がどの部位に付されたマークであるかを判別することができる。

【0023】なお、対象物の向きは、その対象物上の 3 点の位置が分かれば知ることができるので、識別マーク M は、少なくとも 3 個付されていればよい。しかし、対象物の動きにより識別マーク M が隠れることがあるので、かかる場合にも対象物の向きを検出し得るように予備の識別マーク M を設けておくことが望ましい。

【0024】セルフウィンドウ法は、最初に撮像画像内で抽出すべき画像（識別マーク M の画像。以下、ターゲットという。）を特定するとともに、そのターゲットの形状を 1 画素分だけ相似的に拡大した形状のウィンドウを作成し、次に、フレーム画像が取り込まれる毎に、現フレーム画像と前フレーム画像で作成したウィンドウとの積画像を演算することにより現フレーム画像におけるターゲットを抽出するとともに、このターゲットに対するウィンドウを作成し、以下、各フレーム画像が取り込まれる毎にウィンドウによるターゲットの抽出とウィンドウの再作成とを繰り返してターゲットの動きを検出するものである。

【0025】各フレーム画像は、後述するように撮像面におけるターゲットの移動距離が 1 画素以内となるサンプリング周期で取り込まれるので、現フレーム画像と前フレーム画像で作成したウィンドウとの積画像を演算することにより現フレーム画像において確実にターゲットを抽出することができるようになっている。

【0026】図 5 は、画像処理におけるセルフウィンドウ法の具体的な演算方法を示す概念図である。

【0027】識別マーク M により N 個の特定部位が指定されている場合、時刻 k で取り込まれたフレーム画像を $f_k(i, j)$ 、このフレーム画像 $f_k(i, j)$ における r ($= 1, 2, \dots, N$) 番目の特定部位に関する処理画像を $g_{k,r}(i, j)$ 、この処理画像 $g_{k,r}(i, j)$ に対するウィンドウ画像を $W_{k,r}(i, j)$ とすると、セルフウィンドウ法による演算は、下記数 1 に示す (1) ~ (4) のアルゴリズムにより行われる。

【0028】

【数 1】

(1) 特定部位の初期指定

$$g_{0,r}(i, j) = (\text{時刻 } 0 \text{ における特定部位 } r \text{ の画像})$$

(2) ウィンドウ画像 $W_{1,r}(i, j)$ の作成

$$W_{k+1,r}(i, j) = g_{k,r}(i, j) \cup g_{k,r}(i+1, j) \cup g_{k,r}(i-1, j) \\ \cup g_{k,r}(i, j+1) \cup g_{k,r}(i, j-1)$$

(3) 積画像 $g_{k+1,r}(i, j)$ の作成

$$g_{k+1,r}(i, j) = W_{k+1,r}(i, j) \cap f_{k+1}(i, j)$$

(4) 上記 (2), (3) を r ($= 1, 2, \dots, N$), k についてそれぞれ行う。

注) 「 \cup 」は和集合、「 \cap 」は積集合を示す。

【0029】特定画像抽出部 4 は、第 2 の撮像素子 23 により高速のフレームレート τ (例えば $\tau = 0.1 \text{ m}$

s) で取り込まれた各フレーム画像についてセルフウィンドウ法により識別マーク M を抽出し、第 2 の撮像素子

2 3 の撮像面における識別マーク M の位置座標と対象物に対する撮像部 2 の撮像位置とから識別マーク M の空間的な位置座標を演算する。

【0 0 3 0】高速のフレームレートで取り込まれた各フレーム画像毎に識別マーク M が抽出される（すなわち、識別マーク M を抽出するサンプリング周波数が高周波化されている）ので、第 2 の撮像素子 2 3 の撮像面において識別マーク M が高速で移動した場合にも特定画像抽出部 4 ではセルフウィンドウ法により識別マーク M の動きを確実に追跡することが可能になっている。

【0 0 3 1】例えば撮影レンズ 2 1 の焦点距離 f を 2 0 mm、第 2 の撮像素子 2 3 の横方向の画素ピッチを 0. 0 2 mm とし、撮像部 2 から 5 m 離れた位置でテニスプレーヤーが $v = 1 0 0 \text{ km/h}$ で水平方向（撮像部 2 の光軸に対して垂直方向）にストロークした場合、第 2 の撮像素子 2 3 の撮像面における識別マーク M の移動量 Dx は、ビデオレートではフレームレート当たり $Dx = (2 0 \times 0. 0 3 3) \cdot v / (0. 0 2 \times 5) = 6. 6$ $v \approx 1 8 3$ 画素となるが、フレーム画像が第 2 の撮像素子 2 3 により、例えば 0. 1 ms の高速レートで取り込まれていると、フレームレート当たり Dx は、ビデオレートの場合に対して約 $1 / 3 3 0$ の 0. 8 画素となり、セルフウィンドウ法により識別マーク M の追跡が確保できている。

【0 0 3 2】姿勢検出部 5 は、特定画像抽出部 4 による識別マーク M の空間的な位置座標に基づき対象物の動き（すなわち、各フレーム画像毎の空間的な位置及びその向き）を演算し、その演算結果を表示部 3 に出力するのである。表示部 3 は、姿勢検出部 5 から入力される対象物の位置及向きの情報に基づき対象物の移動軌跡を第 1 の撮像素子 2 2 で撮像された画像に重畳して表示する。すなわち、例えばテニスプレーヤーのストローク画像の場合、1 ストロークにおけるラケットやプレーヤーの手の動きに合わせて識別マークが付された特定部位の移動軌跡を表示する。

【0 0 3 3】また、入力部 6 は、サンプリングレート τ 及び画像取込時間 T の入力、識別マーク M の指定を行うものである。

【0 0 3 4】次に、対象物の動き検出装置の動作制御について、図 6 に示すフローチャートに従って説明する。なお、ここでは、上述したテニスラケットのストローク画像を例に説明するが、本発明に係る動き検出装置は、テニスに限らず、ゴルフのスイング、サッカー、野球、水泳、体操等の各種の運動における身体の動きや運動用具の扱い方を研究、解析するための計測装置として利用することができる。

【0 0 3 5】まず、ラケット R を握ったプレーヤーのグリップ部を第 1 の撮像素子 2 2 で撮像し、その撮像画像を表示部 3 に表示させ、操作者によりその表示画像からストロークの動きを調べるのに好適な識別マーク M が 3

個以上設定される（# 1）。

【0 0 3 6】例えば図 3 において、P 1、P 2、P 3 の識別マーク M が設定される。このとき、操作者は、ストロークの動き全体が撮像し得るように撮像部 2 の視野を適当に設定することが必要である。

【0 0 3 7】続いて、操作者により、入力部 6 からサンプリング時間（フレームレート） τ と測定時間 T が設定される（# 2）。なお、サンプリング時間 τ 及び測定時間 T は、撮影対象の移動速度に応じて適当な値が設定される。

【0 0 3 8】テニスラケットのストロークのフォームを確認するため低速でラケットを振る場合は、ビデオレートでも十分であるが、実際のストロークフォームを分析するため、例えば上述の例で示したように、およそ 1 0 0 km/h の高速でラケットを振る場合は、サンプリング時間を 0. 2 ms 以下、測定時間を 3 秒程度に設定すれば、複雑な演算処理を必要とせずに確実にストローク動作を追跡することができる。

【0 0 3 9】続いて、操作者により図略の操作ボタンにより測定開始が指示されると（# 3）、サンプリング時間 τ 及び測定時間 T を計時する内部タイマ（図略）のカウントが開始されるとともに（# 4）、第 2 の撮像素子 2 3 による撮像動作が開始される（# 5）。

【0 0 4 0】最初にフレーム画像が取り込まれると、特定画像抽出部 4 によりこのフレーム画像について上述したセルフウィンドウ法により指定された 3 個の識別マーク M の抽出が行われるとともに（# 5）、その抽出画像の撮像画面における位置座標が算出され、この位置座標と撮像部 2 の位置とから対象物の識別マーク M が付された特定部位の空間的な位置座標が算出される。そして、姿勢検出部 5 により 3 個の特定部位の空間的な位置座標に基づきプレーヤーのグリップ部及びラケットの空間的な位置と向きとが算出され（# 6、# 7）、この算出結果は直ちに表示部 3 に出力され、第 1 の撮像素子 2 2 で撮像された画像に重畳して表示される（# 8）。

【0 0 4 1】続いて、サンプリング時間 τ が経過しているか否かが判別され（# 9）、経過していれば（# 9 で YES）、更に測定時間 T が経過しているか否かが判別され（# 1 0）、経過していなければ（# 1 0 で NO）、# 5 に戻り、次のフレーム画像が取り込まれるとともに、そのフレーム画像について 3 個の識別マーク M の抽出及び空間的な位置座標の算出並びにプレーヤーのグリップ部及びラケットの空間的な位置及び向きの算出、その算出結果の表示等が行われる（# 5 ~ # 8）。なお、対象物の位置及び向きの算出及び表示は、トラッキングのサンプリング時間 τ で行う必要はないので、所望の表示サンプリング時間 ΔT を別に設定し、この表示サンプリング時間 ΔT 毎に上記 # 6 ~ # 8 の処理を行うようにしてもよい。

【0 0 4 2】以下、同様の手順で、測定時間 T 内でサン

プリング時間 τ 毎に高速でフレーム画像が取り込まれ、各フレーム画像について識別マーク M の抽出及び空間的な位置座標の算出並びにプレーヤーのグリップ部及びラケット R の位置、向きの算出等が行われ、この算出結果が表示部 3 に逐次、第 1 の撮像素子 22 で撮像されたモニタ画像に重畳して表示される。この場合、各特定点の移動軌跡を重畳して表示させるとよい。このようにすると、モニタ画像からストロークにおける手首の使い方やラケットの扱い方を容易に把握することができる。そして、測定時間 T が経過すると（# 10 で YES）、第 2 の撮像素子 23 による撮像動作を停止して測定を終了する。

【0043】なお、上記フローチャートでは動きのデータを表示部 3 に出力して表示されるようにしていたが、図略のメモリに記憶させるようにしてもよい。第 1 の撮像素子 22 によるモニタ画像を録画しておき、再生時にメモリに記憶している動きのデータを再生画像に同期して出力させるようにすれば、測定データの有効活用が可能になる。

【0044】また、上記フローチャートでは、モニタ画像に動きの演算結果を重畳してリアルタイムで表示させるようにしていたが、記録したグリップ部等の動きの情報を表示部 3 にグラフィック表示させるようにしてもよい。

【0045】本発明に係る動き検出装置は、高速動作に対しても複雑な演算処理をすることなく確実に動作を追跡することができるので、その結果としてプレーヤーの動きが高速で検出され、プレーヤーの動作中にその動きの修正指示等が可能で、従来の装置に比して測定結果をより有効に活用することができる。

【0046】また、本発明に係る動き検出装置は、自動車の運転者の居眠りやわき見を監視する監視装置に適用することも可能である。

【0047】図 7 は、上記監視装置のブロック構成図である。監視装置は、図 1 において、入力部 6 を除去し、監視制御部 7 とスピーカ 8 とを追加した構成を有している。図 1 において、特定点追跡部 4 は、撮像画像の中の識別マーク M を指定することにより対象物の特定部位を指定するようになっていたが、この実施形態では、運転者の顔の特徴点、例えば目、鼻、耳等の特徴的な形状を有する部位の画像が初期指定されるようになっている。この初期設定は、運転者が表示部 3 にモニタ表示された自分の顔画像に対してポインタ等により目、鼻等の特徴点を囲むことにより指定される。

【0048】監視制御部 7 は、特定画像抽出部 4 による運転者の顔の向きの情報に基づき運転者の状態（正常な顔の向きに対して下向きである居眠り状態や横向きであるわき見等の異常な運転状態）を判別し、異常な運転状態のときは運転者に警告を発するものである。スピーカ 8 は、警告音を発するものである。

【0049】この監視装置では、予め運転者の顔の特徴点を 3 点以上、登録しておき、運転者が自動車を運転している間、運転者の顔の向きを監視する。撮像部 2 により高速のフレームレートで取り込まれる各フレーム画像毎に、特定画像抽出部 4 で 3 個の特徴点が抽出されるとともに、その空間的な位置座標が演算される。この位置座標は、第 2 の撮像素子 23 の撮像面における特徴点の位置と撮像部 2 の取付位置とから算出される。そして、この位置情報に基づき姿勢検出部 5 で運転者の顔の向きが演算され、この演算結果が監視制御部 7 に入力される。

【0050】監視制御部 7 は、所定時間内の運転者の顔の動きを監視し、例えば所定時間以上、運転者が前方以外の方向を向き続けていると、わき見若しくは居眠りのおそれがあると判断して、スピーカ 8 で警告を発生させる。この警告は断続音等の注意を喚起する音でもよく、メッセージを音声で発音するものでもよい。

【0051】なお、上記監視機能を自動車の低速時に作動させると、過剰に警告音が発せられるおそれがあるので、好ましくは自動車の速度が所定速度以上になっているとき、上記監視装置を作動させるようにするとよい。

【0052】本監視装置では、運転者の顔の動きを高速で検出することができるので、安全確認のため運転者が頻繁に顔を動かしている場合でも確実にその動きを検出して異常な運転状態を判別することができ、しかもその判別結果をリアルタイムで運転者にフィードバックすることにより重大事故を未然に防止することができる。

【0053】なお、この実施形態では、顔の動きから運転者の運転状態を判別するようにしているが、例えば瞳を特徴点とし、この瞳が所定時間以上隠れているとき、異常な運転状態と判別して警告を発するようにしてもよい。

【0054】また、スピーカ 8 に代えて自動車に付属しているラジオを警告装置としてもよい。すなわち、運転者の運転姿勢が異常であると判別されると、オフ状態のラジオのスイッチをオンにし、あるいはオン状態のラジオのボリュームを大きくしてラジオ放送により異常を伝達するようにしてもよい。更に、顔の動きを時間周波数領域で分析し、顔の動きが単調になっているとき、上記警告を発するようにしてもよい。

【0055】上記実施形態では、運動のフォームの解析装置や監視装置について説明したが、本発明に係る動き検出装置は、対象物の動き検出し、その検出結果に基づき何らかの制御を行うシステムに広く適用することができる。例えばオペレータの動きに応じて遠隔地にある操作部材の制御を行わせるテレグジスタンスの入力装置、任意の向きで搬送されている方向性のある部品を受け取る装置における部品の受取方向及び受取位置を決定する装置、人工衛星のドッキングの際に相手の衛星の動きに合わせて自己の姿勢の微調整を行うドッキング誘導

装置、オペレータの顔の動きにより表示画面上のポイントを移動させて所望の入力指示を行う位置指示装置等にも適用することができる。

【0056】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、動いている対象物のフレーム画像を、撮像面に投影された対象物の光像が1画素分移動する時間以下のサンプリング時間で取り込み、各フレーム画像毎に対象物に指定された少なくとも3個の特定部位の空間的な位置座標を算出し、更にこの算出結果に基づき対象物の空間的な位置及び向きを算出し、フレーム画像間の対象物の空間的な位置及び向きの変化から対象物の動きを検出するようにしたので、高速で動いている対象物の動きを迅速かつ正確に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る物体の動き検出装置のブロック図である。

【図2】並列演算素子のブロック構成の一例を示す図である。

【図3】識別マークが付されるテニスプレイヤーの特定部位の一例を示す図である。

【図4】識別マークの一例を示す図である。

【図5】画像処理におけるセルフウィンドウ法の具体的な演算方法を示す概念図である。

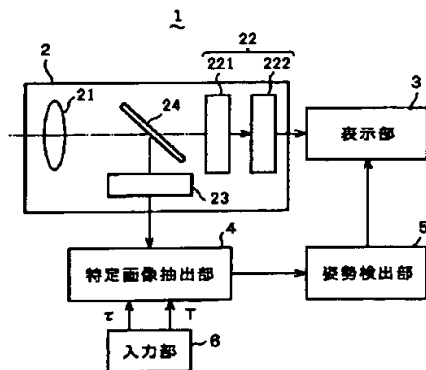
【図6】本発明に係る物体の動き検出装置の動作制御を示すフローチャートである。

【図7】本発明に係る物体の動き検出装置が適用された居眠り等の監視装置のブロック図である。

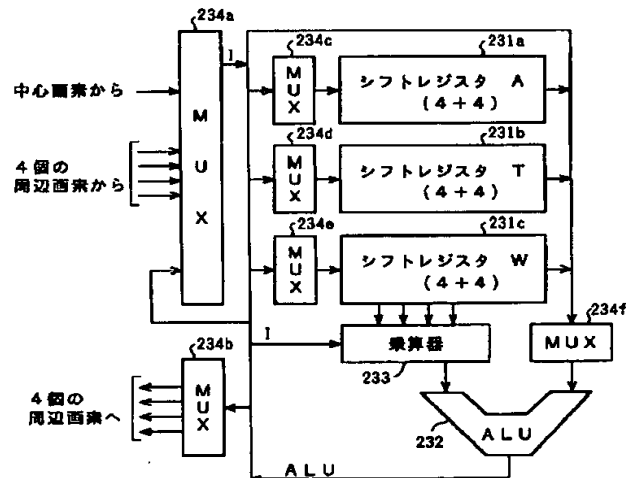
05 【符号の説明】

- 1 動き検出装置
- 2, 2' 撮像部
- 21 撮影レンズ
- 22 第1の撮像素子
- 10 221 CCDエリアセンサ
- 222 CCDドライバ
- 23 第2の撮像素子(撮像手段)
- 231 a~231 c シフトレジスタ
- 232 ALU
- 15 233 乗算器
- 234 a~234 f MUX
- 24 ビームスプリッタ
- 3 表示部
- 4 特定画像抽出部(画像抽出手段、第1、第2の位置算出手段)
- 5 姿勢検出部(姿勢検出手段)
- 6 入力部(指定手段)
- 7 監視制御部
- 8 スピーカ

【図1】



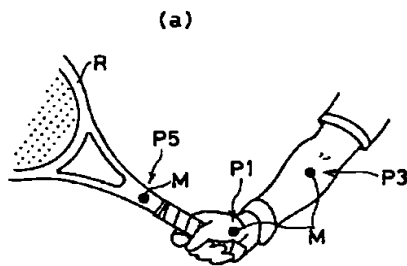
【図2】



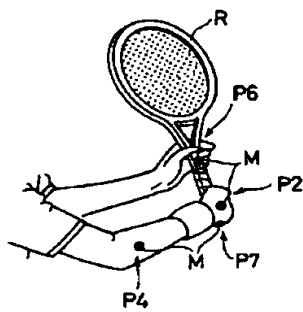
【図4】



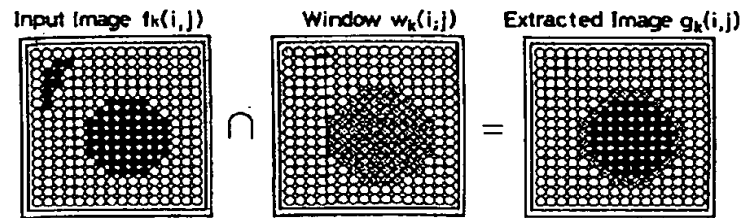
【図 3】



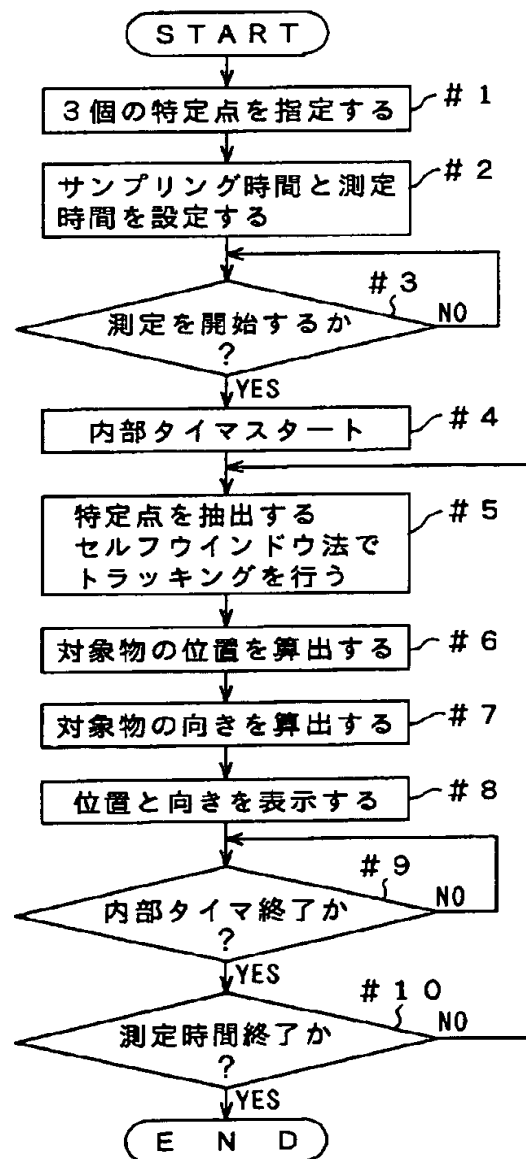
(b)



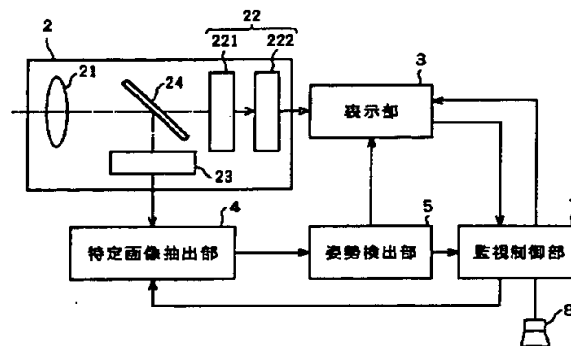
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 唐崎 敏彦

大阪府中央区安土町二丁目 3 番13号 大阪 20
国際ビル ミノルタ株式会社内

(72)発明者 石川 正俊

千葉県柏市大室1571番地の32